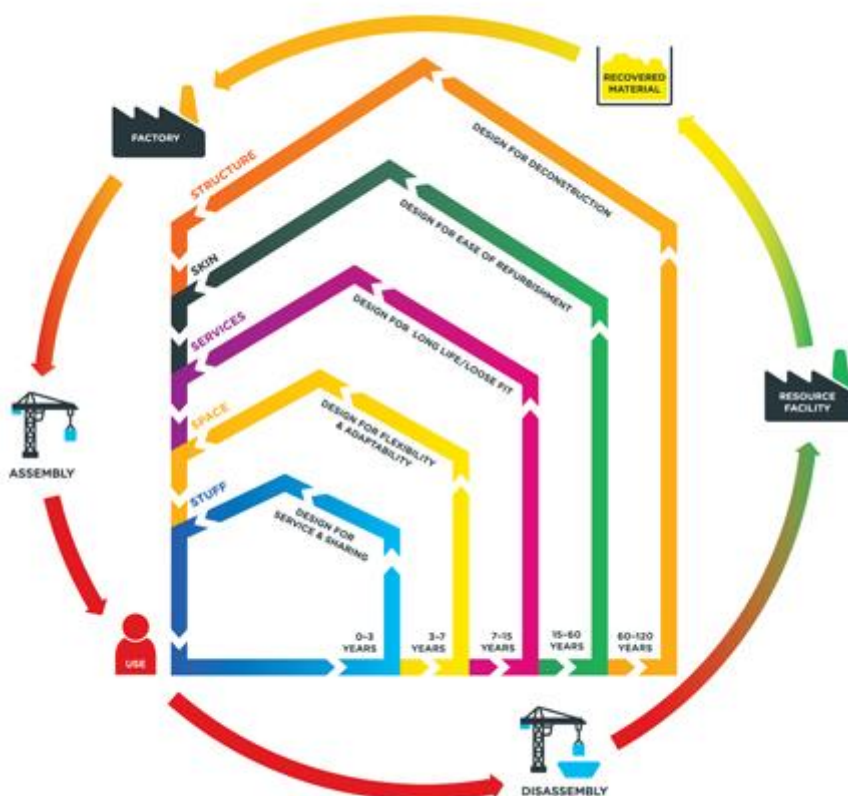


### Erasmus+ Project 2022-1-NO01-KA220-HED-000087893

This Erasmus+ Project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the European Commission and Erasmus+ National Agencies cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein

## BIM-LCA Proiect Constructii

### Titlul: Economia circulară



## 1 – Obiective

Obiectivele acestui tutorial despre Economia Circulară sunt următoarele:

- Învățarea despre avantajele utilizării LCA ca instrument pentru reducerea impactului asupra mediului.
- Cunoașterea stadiului tehnologiei și metodologiei pentru evaluările de mediu.
- Cunoașterea tipologiei fazelor LCA.
- Cunoașterea rezultatelor unei evaluări a ciclului de viață (LCA) care compară impacturile asupra mediului pentru produse și procese..

## 2 – Metodologia de invatare

- Lectorii vor oferi o explicație despre fundamentele LCA și diferitele aplicații, timp de aproximativ 60 de minute.
- Studenții vor citi acest tutorial și vor urma pașii prezentați în tutorial.
- Tutoriale interactive - discuții, completarea materialelor de evaluare.
- Prelegeri - inclusiv lectori invitați din industrie și diverse instituții.
- Revizuirea conținutului de actualitate - de exemplu, rapoarte, videoclipuri, podcasturi.
- Pentru a evalua succesul lecției, studenții vor completa un chestionar..

## 3 – Durata tutorialului

Implementarea descrisă în acest tutorial va fi realizată prin intermediul site-ului web al proiectului BIM-LCA prin auto-învățare. 3 ore de lecție sunt potrivite pentru acest antrenament.

## 4 – Resurse didactice necesare

Sala de calculatoare cu PC - uri cu acces la internet. Software necesar: Microsoft Office.

## 5 – Content & tutorial

### 5.1 – Introducere. Evaluarea ciclului de viață.

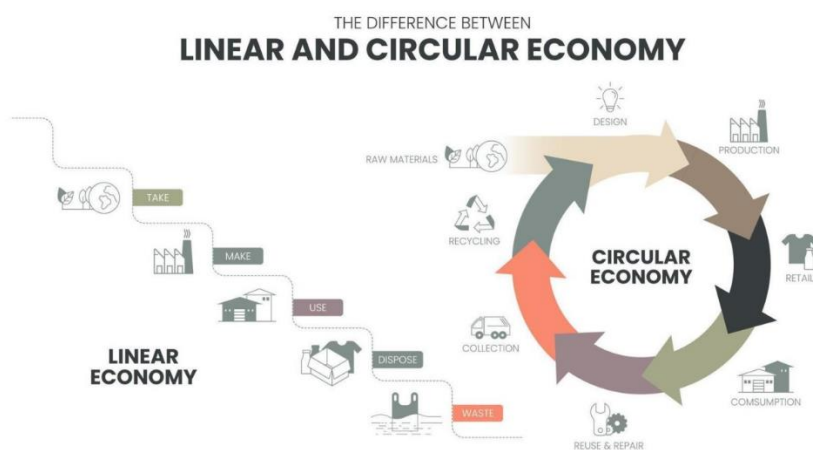
#### 5.1.1. Definitie

Economia circulară este un model de producție și consum de resurse în orice economie care implică partajarea, închirierea, reutilizarea, repararea, recondiționarea și/sau reciclarea materialelor și produselor existente cât mai mult timp posibil. Conceptul își propune să abordeze provocări globale precum schimbările climatice, pierderea biodiversității, deșeurile și poluarea, prin implementarea bazată pe design a celor trei

principii de bază ale modelului. Cele trei principii necesare pentru transformarea către o economie circulară sunt: eliminarea deșeurilor și poluării din design; menținerea produselor și materialelor în uz și regenerarea sistemelor naturale. Ideea și conceptele economiei circulare au fost studiate intens în mediul academic, afaceri și guvern în ultimii zece ani. A câștigat popularitate deoarece ajută la minimizarea emisiilor de carbon și a consumului de materii prime, deschide noi oportunități de piață și, în principal, crește sustenabilitatea consumului [1].

Într-o economie liniară, resursele naturale sunt transformate în produse care în cele din urmă devin deșeuri datorită modului în care au fost proiectate și fabricate. În contrast, un model de economie circulară își propune să facă tranziția de la o abordare „take-make-waste” la un sistem mai restaurativ și regenerativ. Acesta utilizează reutilizarea, partajarea, repararea, recondiționarea, remanufacturarea și reciclarea pentru a crea un sistem în buclă închisă, reducând utilizarea inputurilor de resurse și crearea deșeurilor, poluării și emisiilor de carbon. Economia circulară urmărește să mențină produsele, materialele, echipamentele și infrastructura în uz pentru mai mult timp, îmbunătățind astfel productivitatea acestor resurse. Materialele și energia reziduale ar trebui să devină inputuri pentru alte procese prin valorificarea deșeurilor: fie ca o componentă pentru un alt proces industrial, fie ca resurse regenerative pentru natură.

Strategiile economiei circulare pot fi aplicate la diverse scări, de la produse și servicii individuale la întregi industrii și orașe. De exemplu, simbioza industrială este o strategie în care deșeurile dintr-o industrie devin inputuri pentru alta, creând o rețea de schimb de resurse și reducând deșeurile, poluarea și consumul de resurse [2].



### 5.1.2. Istorie și obiective

Conceptul de economie circulară nu poate fi atribuit unei singure date sau unui singur autor, ci diferitelor școli de gândire, incluzând ecologia industrială, biomimetica și principiile designului "cradle-to-cradle". Ecologia industrială este studiul fluxurilor de materiale și energie prin sistemele industriale, care constituie baza economiei circulare. Biomimetica implică imitarea modelelor și strategiilor

testate de natură în proiectarea sistemelor umane. Designul "cradle-to-cradle" este o abordare holistică în proiectarea produselor și sistemelor care ia în considerare întregul lor ciclu de viață, de la extracția materiilor prime până la eliminarea lor la sfârșitul ciclului de viață, și urmărește minimizarea deșeurilor și maximizarea eficienței resurselor. Aceste concepte interconectate contribuie la dezvoltarea și implementarea economiei circulare.

În 2010, conceptul de economie circulară a început să devină popular la nivel internațional după publicarea mai multor rapoarte [4]. Uniunea Europeană și-a introdus viziunea asupra economiei circulare în 2014, cu un Nou Plan de Acțiune pentru Economia Circulară lansat în 2020, care "arată calea către o economie competitivă și neutră din punct de vedere climatic, cu consumatori puternici".

În prezent, urgența climatică și provocările de mediu determină companiile și indivizii să-și regândească modelele de producție și consum. Economia circulară este prezentată ca una dintre soluțiile la aceste provocări. Argumentele macro-cheie în favoarea economiei circulare sunt că aceasta ar putea permite o creștere economică care nu adaugă presiuni asupra extragerii resurselor naturale, ci decuplează utilizarea resurselor de la dezvoltarea bunăstării economice pentru o populație în creștere, reduce dependența de materiale critice din străinătate, scade emisiile de CO<sub>2</sub>, reduce producția de deșeurii și introduce noi moduri de producție și consum care pot crea valoare suplimentară. Argumentele corporative în favoarea economiei circulare sunt că aceasta ar putea asigura aprovizionarea cu materii prime, reduce volatilitatea prețurilor la inputuri și controla costurile, reduce deversările și deșeurile, prelungește ciclul de viață al produselor, deservii noi segmente de clienți și genera valoare pe termen lung pentru acționari. O idee cheie din spatele modelelor de afaceri circulare este crearea de bucle pentru a recaptura valoarea care altfel s-ar pierde.

O preocupare specială este pierderea ireversibilă a materiilor prime datorită creșterii entropiei în modelul de afaceri liniar. Începând cu producerea deșeurilor în fabricare, entropia crește și mai mult prin amestecarea și diluarea materialelor în ansamblul de fabricație, urmată de coroziune și uzură în timpul perioadei de utilizare. La sfârșitul ciclului de viață, există o creștere exponențială a dezordinii din cauza amestecării materialelor în depozitele de deșeurii.

Dezvoltarea circulară este direct legată de economia circulară și are ca scop construirea unei societăți durabile bazate pe resurse reciclabile și regenerabile, protejând societatea de deșeurii și formând un model care nu mai consideră resursele ca fiind infinite. Acest nou model de dezvoltare economică se concentrează pe producția de bunuri și servicii, luând în considerare costurile de mediu și sociale. Dezvoltarea circulară, prin urmare, sprijină economia circulară pentru a crea noi societăți în conformitate cu obiectivele noi de gestionare a deșeurilor și sustenabilitate care satisfac nevoile cetățenilor.



Procesele industriale liniare „take, make, dispose” și stilurile de viață dependente de acestea utilizează rezerve finite pentru a crea produse cu o durată de viață limitată, care ajung în depozitele de deșeurii sau în incineratoare. Abordarea circulară, prin contrast, ia în considerare perspectivele sistemelor vii. Ea consideră că sistemele noastre ar trebui să funcționeze ca organismele, procesând nutrienți care pot fi reintegrați în ciclu—fie biologic, fie tehnic—de aici termenii de „bucă închisă” sau „regenerativ” asociați de obicei cu aceasta

Cu toate acestea, criticii economiei circulare sugerează că susținătorii economiei circulare pot exagera beneficiile potențiale ale acesteia. Prin urmare, un viitor în care deșeurile nu mai există, buclele de materiale sunt închise și produsele sunt reciclate la infinit este, în orice sens practic, imposibil. Există o lipsă de claritate dacă economia circulară este mai sustenabilă decât economia liniară și care ar putea fi beneficiile sale sociale, în special datorită contururilor difuze. Alte probleme includ riscurile crescânde de eșecuri în cascadă, caracteristice sistemelor extrem de interdependente, și potențialele daune pentru publicul general. Implementate cu rea-credință, activitățile promovate ca fiind parte a economiei circulare pot fi adesea doar gestiuni de reputație și impresie pentru scopuri de relații publice ale marilor corporații și ale altor interese, constituind o nouă formă de greenwashing. Astfel, s-ar putea să nu fie panaceul pe care mulți l-au sperat.

### 5.1.3. Scopul

Economia circulară poate avea un domeniu larg de aplicare. Cercetătorii s-au concentrat pe diferite domenii, cum ar fi aplicațiile industriale, cu resurse și servicii atât orientate spre produse, cât și naturale, practici și politici pentru a înțelege mai bine limitările cu care se confruntă în prezent economia circulară, managementul strategic pentru detalii despre economia circulară și rezultate diferite, cum ar fi aplicațiile potențiale de reutilizare și gestionarea deșeurilor.

Economia circulară include produse, infrastructură, echipamente și servicii și se aplică fiecărui sector industrial. Aceasta include resurse tehnice (metale, minerale, resurse fosile) și resurse biologice (alimente, fibre, lemn etc.).

Majoritatea școlilor de gândire susțin trecerea de la combustibilii fosili la utilizarea energiei regenerabile și subliniază rolul diversității ca caracteristică a sistemelor rezistente și durabile. Economia circulară include o discuție despre rolul banilor și finanțelor ca parte a dezbaterii mai largi, iar unii dintre pionierii săi au cerut o reînnoire a instrumentelor de măsurare a performanței economice. Un exemplu de model de economie circulară este implementarea modelelor de închiriere în domeniile tradiționale de proprietate (de exemplu, electronice, haine, mobilier, transport). Prin închirierea aceluiași produs mai multor clienți, producătorii pot crește veniturile pe unitate, reducând astfel nevoia de a produce mai mult pentru a

crește veniturile. Inițiativele de reciclare sunt adesea descrise ca economie circulară și sunt probabil cele mai răspândite modele.



#### 5.1.4 Apariția ideii

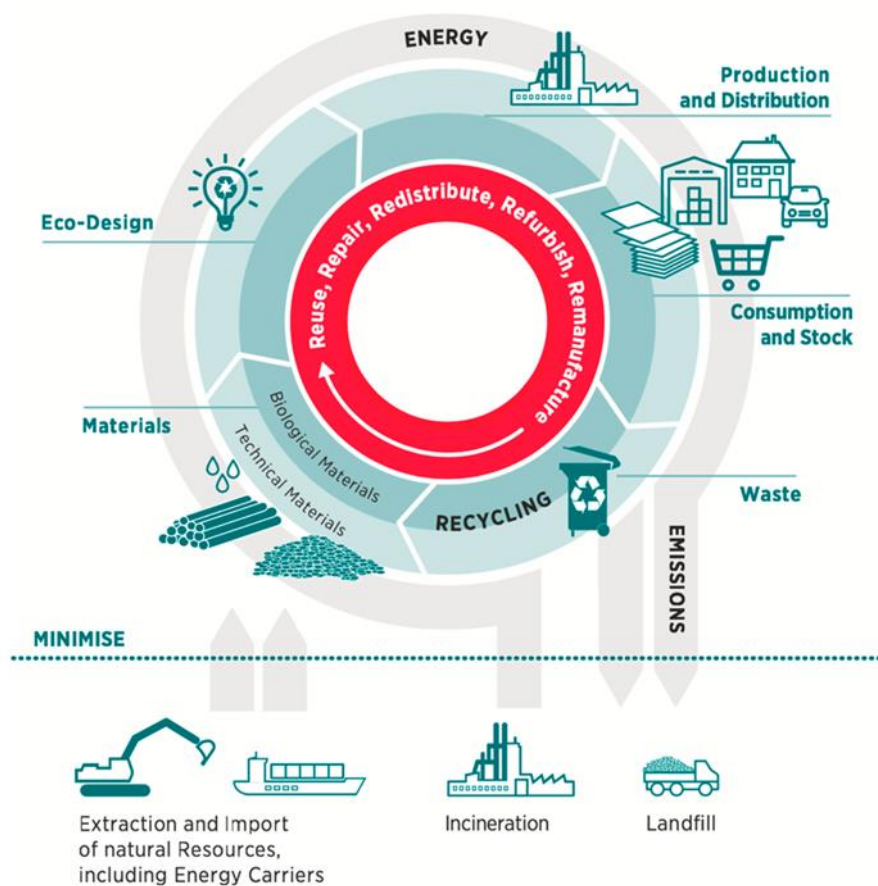
În raportul lor de cercetare din 1976 către Comisia Europeană, "potențialul de înlocuire a forței de muncă cu energia", Walter Stahel și Genevieve Reday au schițat viziunea unei economii în bucle (sau a unei economii circulare) și impactul acesteia asupra creării de locuri de muncă, Competitivității Economice, economiilor de resurse și prevenirii deșeurilor. Raportul a fost publicat în 1982 sub numele de Cartea Jobs for Tomorrow: the Potential for Substituting Manpower for Energy [5].

Cel mai frecvent descris ca un cadru de gândire, susținătorii săi susțin că este un model coerent care are valoare ca parte a unui răspuns la sfârșitul erei petrolului și materialelor ieftine și, în plus, contribuie la tranziția către o economie cu emisii scăzute de carbon. În conformitate cu aceasta, o economie circulară poate contribui la îndeplinirea Acordului COP 21 de la Paris. Angajamentele de reducere a emisiilor asumate de 195 de țări în cadrul Acordului COP 21 de la Paris nu sunt suficiente pentru a limita încălzirea globală la 1,5 C. Pentru a atinge obiectivul de 1,5 C, se estimează că trebuie realizate reduceri suplimentare ale emisiilor de 15 miliarde de tone de CO<sub>2</sub> pe an până în 2030. Circle Economy și Ecofys au estimat că strategiile economiei circulare pot oferi reduceri ale emisiilor care ar putea reduce decalajul la jumătate [6].

## 5.2 – Tendinta către economia circulară

În 2013, a fost publicat un raport intitulat Către economia circulară: raționamentul Economic și de afaceri pentru o tranziție accelerată. Raportul, comandat de Fundația Ellen MacArthur și dezvoltat de McKinsey & Company, a fost primul volum de acest gen care a luat în considerare oportunitatea economică și de afaceri pentru tranziția la un model restaurativ, circular. Utilizând studii de caz privind produsele și analize la nivelul întregii economii, raportul detaliază potențialul de beneficii semnificative în întreaga UE. Acesta susține că un subset al sectorului de producție din UE ar putea realiza economii nete de costuri ale materialelor în valoare de până la 630 de miliarde de dolari anual până în 2025—stimulând activitatea economică în domeniile dezvoltării produselor, remanufacturării și renovării. Către economia circulară a identificat, de asemenea, elementele-cheie în tranziția către o economie circulară, și anume în ceea ce privește competențele în proiectarea și producția circulară, noile modele de afaceri, competențele în construirea cascadelor și ciclurilor inverse și colaborarea între cicluri / intersectoriale [7].

Un alt raport al WRAP și al Alianței verzi (numit "ocuparea forței de muncă și economia circulară: crearea de locuri de muncă într-o Marea Britanie mai eficientă din punct de vedere al resurselor"), realizat în 2015, a examinat diferite scenarii de politică publică până în 2030. Se estimează că, fără nicio schimbare de politică, vor fi create 200.000 de noi locuri de muncă, reducând șomajul cu 54.000. Un scenariu politic mai agresiv ar putea crea 500.000 de noi locuri de muncă și ar putea reduce permanent șomajul cu 102.000 [8].

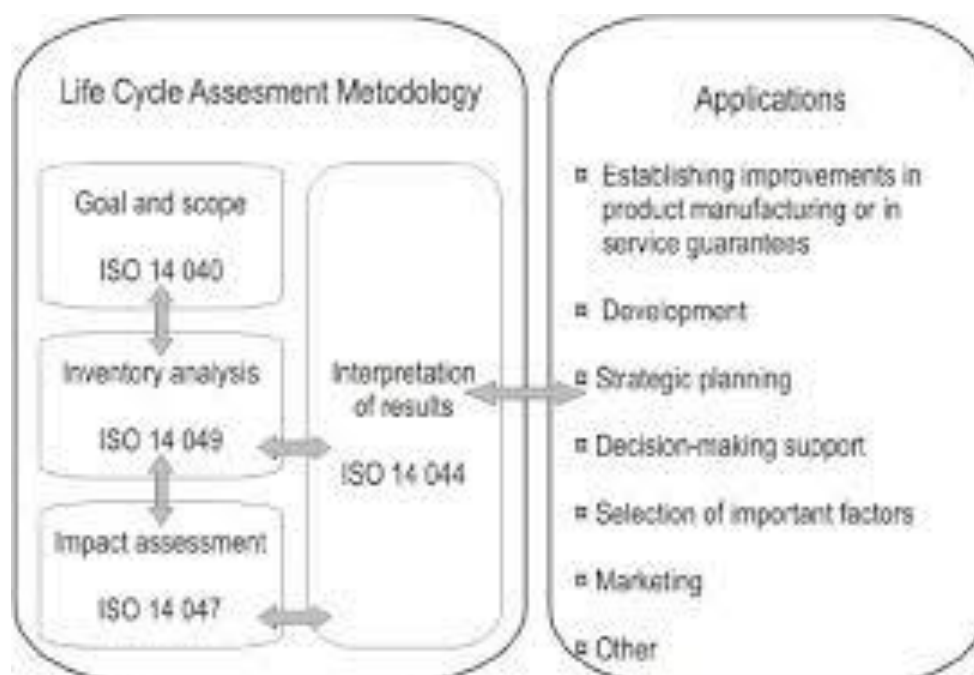


Pe data de 2 martie 2022, la Nairobi, reprezentanții a 175 de țări s-au angajat să creeze un acord obligatoriu din punct de vedere juridic pentru a pune capăt poluării cu plastic până la sfârșitul anului 2024. Acordul ar trebui să abordeze întregul ciclu de viață al materialelor plastice și să propună alternative, inclusiv reutilizarea.

### 5.3- Standarde LCA și ghiduri de proiectare

Proiectele de produse care optimizează durabilitatea, ușurința întreținerii și reparării, actualizarea, remanufacturarea, separabilitatea, demontarea și reasamblarea sunt considerate elemente cheie pentru tranziția către circularitatea produselor. Standardizarea poate facilita avantajele conexe inovatoare, durabile și competitive pentru întreprinderile și consumatorii europeni. Proiectarea pentru standardizare și compatibilitate ar face ca piesele și interfețele produselor să fie potrivite pentru alte produse și vizează multifuncționalitatea și modularitatea. A fost propusă o abordare a familiei de produse pentru a stabili caracterul comun, Compatibilitatea, standardizarea sau modularizarea între diferite produse sau linii de produse. Standardizarea de bază a LCA este ISO 14000. Cu toate acestea, este necesar să se utilizeze diferitele standardizări în funcție de obiective, analiza inventarului, impactul analizei și interpretarea rezultatelor.





Nu toate tipurile de procese de reciclare (un proces de circularitate) au un impact egal asupra sănătății și durabilității. Pentru durabilitate și sănătate, proiectele procesului de circularitate pot avea o importanță crucială. Cantități mari de deșuri electronice sunt deja reciclate, dar departe de locul în care au fost consumate, cu o eficiență adesea scăzută și cu efecte negative substanțiale asupra sănătății umane și a mediului străin. Prin urmare, reciclarea ar trebui să reducă impactul asupra mediului al sistemului global de furnizare a produselor/serviciilor evaluat pe baza abordării de evaluare a ciclului de viață.

În timp ce accentul inițial al activităților academice, industriale și politice s-a concentrat în principal pe dezvoltarea re-X (reciclare, refabricare, reutilizare etc.) tehnologie, a devenit curând clar că capacitățile tehnologice depășesc din ce în ce mai mult punerea lor în aplicare. Pentru a valorifica această tehnologie pentru tranziția către o economie circulară, diverse părți interesate trebuie să lucreze împreună. Acest lucru a îndreptat atenția spre inovarea modelului de afaceri ca o pârghie cheie pentru adoptarea circulară a tehnologiei.

Modelele de afaceri circulare pot fi definite ca modele de afaceri care închid, îngustează, încetinesc, intensifică și dematerializează bucele, pentru a minimiza intrările de resurse și scurgerile de deșuri și emisii din sistemul organizațional. Aceasta cuprinde măsuri de reciclare (închidere), îmbunătățiri ale eficienței (îngustare), extinderi ale fazei de utilizare (încetinire), o fază de utilizare mai intensă (intensificare) și înlocuirea produselor cu soluții de servicii și software (dematerializare). Aceste strategii pot fi realizate prin proiectarea intenționată a proceselor de recuperare a materialelor și a lanțurilor de aprovizionare circulare conexe.

Modelele de afaceri circulare, ca model economic mai larg, pot avea accente diferite și diverse obiective, de exemplu: prelungiți durata de viață a materialelor și produselor, acolo unde este posibil pe mai multe cicluri de utilizare; utilizați o abordare 'deșeurii = alimente' pentru a ajuta la recuperarea materialelor și pentru a vă asigura că acele materiale biologice returnate pe pământ sunt benigne, nu toxice; păstrează energia încorporată, apa și alte intrări de proces în produs și material cât mai mult timp posibil; utilizați abordări de gândire sistemică în proiectarea soluțiilor; regenerați sau cel puțin conservați natura și sistemele vii; promovarea unor politici, Taxe și mecanisme de piață care să încurajeze administrarea produselor, de exemplu reglementările poluatorului plătește.

Modelele de afaceri circulare sunt activate de lanțurile de aprovizionare circulare. În practică, colaborarea pentru lanțurile de aprovizionare circulare poate permite crearea, transferul și/sau captarea valorii care rezultă din soluțiile de afaceri circulare. Colaborarea în lanțurile de aprovizionare se poate extinde la partenerii din aval și din amonte și poate include colaborarea existentă și cea nouă. În mod similar, colaborarea circulară în lanțul de aprovizionare permite inovația în modelul de afaceri circular, concentrându-se pe procesele, produsele sau serviciile sale.

Bazându-se pe modelul de afaceri circular, inovația, digitalizarea și tehnologiile digitale (de exemplu, internetul obiectelor, big data, inteligența artificială, blockchain) sunt văzute ca un factor cheie pentru creșterea economiei circulare. Denumită și economia datelor, rolul central al tehnologiilor digitale pentru accelerarea tranziției economiei circulare este subliniat în cadrul Planului de acțiune privind economia circulară al Pactului Verde European. Cadrul economiei circulare inteligente ilustrează acest lucru prin stabilirea unei legături între tehnologiile digitale și gestionarea durabilă a resurselor. Acest lucru permite evaluarea diferitelor strategii ale economiei circulare digitale cu nivelul lor de maturitate asociat, oferind îndrumări cu privire la modul de valorificare a datelor și a analizelor pentru a maximiza circularitatea (adică optimizarea funcționalității și a intensității resurselor).

### 5.3.1. Standardul economiei circulare BS 8001: 2017

Pentru a oferi îndrumări autoritare organizațiilor care implementează strategii de economie circulară (CE), în 2017, British Standards Institution (BSI) a dezvoltat și lansat primul standard de economie circulară "BS 8001:2017 Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations". Standardul economiei circulare BS 8001: 2017 încearcă să alinieze ambițiile de anvergură ale CE cu rutinele de afaceri stabilite la nivel organizațional. Acesta conține o listă cuprinzătoare de termeni și definiții CE, descrie principiile de bază CE și prezintă un cadru de management flexibil pentru implementarea strategiilor CE în organizații. Cu toate acestea, sunt oferite puține orientări concrete privind monitorizarea și evaluarea economiei circulare, deoarece nu există încă un consens cu privire la un set de

indicatori centrali de performanță ai economiei circulare aplicabili organizațiilor și produselor individuale.

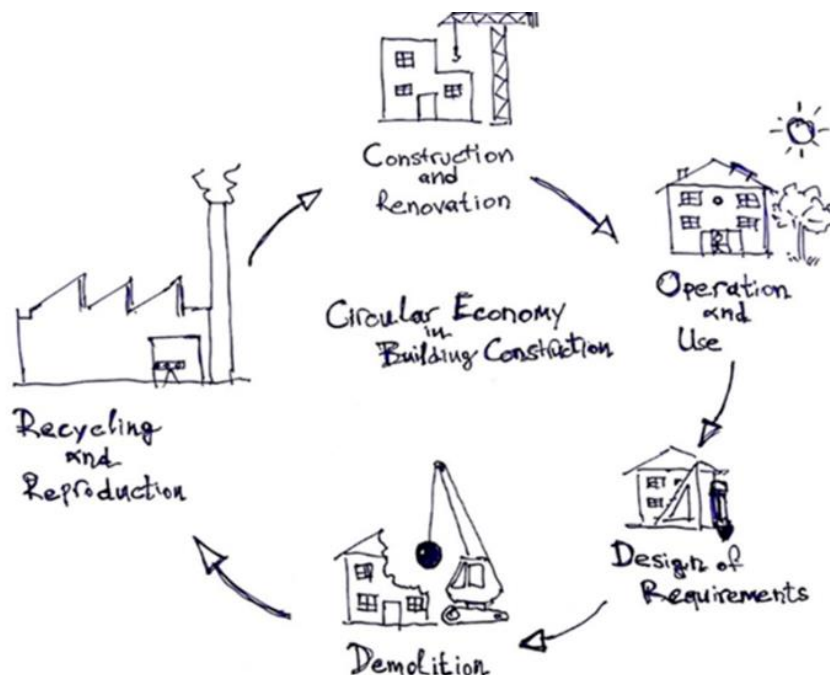
În 2018, Organizația Internațională pentru Standardizare (ISO) a înființat un comitet tehnic, TC 323, în domeniul economiei circulare pentru a dezvolta cadre, îndrumări, instrumente de sprijin și cerințe pentru implementarea activităților tuturor organizațiilor implicate, pentru a maximiza contribuția la dezvoltarea durabilă.

#### 5.4– LCA și Tehnologia Construcțiilor și Structurilor

Sectorul construcțiilor este unul dintre cei mai mari generatori de deșeuri din lume. Economia circulară apare ca o soluție utilă pentru a diminua impactul industriei asupra mediului. Principalele cauze ale impactului asupra mediului al construcției se regăsesc în consumul de resurse neregenerabile și generarea de reziduuri contaminante, ambele crescând într-un ritm accelerat.

Luarea deciziilor cu privire la economia circulară poate fi efectuată la nivel operațional (legat de anumite părți ale procesului de producție), tactic (legat de procese întregi) și strategic (legat de întreaga organizație). Aceasta poate viza atât companiile de construcții, cât și proiectele de construcții (în cazul în care o companie de construcții este una dintre părțile interesate). Clădirile scoase din uz pot fi deconstruite, creând astfel noi elemente de construcție care pot fi utilizate pentru crearea de clădiri noi și eliberând spațiu pentru noi dezvoltări. Sistemele de construcție modulare pot fi utile pentru a crea clădiri noi în viitor și au avantajul de a permite deconstrucția și reutilizarea mai ușoară a componentelor ulterior (clădiri scoase din uz).

Un alt exemplu care se potrivește ideii de economie circulară în sectorul construcțiilor la nivel operațional, pot fi coji de nucă ascuțite, care aparțin abrazivelor dure, ușoare și naturale utilizate, de exemplu, la curățarea suprafețelor din cărămidă. Granulele abrazive sunt produse din coji de nuc zdrobite, curățate și selectate. Sunt clasificate ca abrazive reutilizabile.



Imprimarea 3D a materialelor de construcție este o tehnologie modernă care oferă mai multă libertate arhitecturală pentru geometrii complexe de formă. Imprimarea 3D a betonului este mai puțin laborioasă și are o utilizare mai eficientă a materialelor în comparație cu metodele tradiționale. De asemenea, elimină necesitatea cofrajului, care poate reprezenta până la 60% din costurile de construcție.

Cimentul Portland este cel mai utilizat liant în producția de beton. Cu toate acestea, producția de ciment Portland necesită în mod semnificativ energie și contribuie la amprenta globală de carbon. Materialele de construcție fără clincher sunt proiectate pentru a înlocui unul dintre cele mai poluante materiale: betonul pe bază de ciment Portland. Prin urmare, sunt solicitate sisteme alternative cu impact mai mic asupra mediului.

O primă încercare de a măsura succesul implementării economiei circulare a fost făcută în companiile de construcții. Prin urmare, este nevoie de profesioniști calificați care lucrează la economia circulară în sectorul construcțiilor, care pot contribui la crearea de noi posturi și la creșterea economică.

## 5.5 – Softuri utilizate

Cele mai utilizate programe software în economia circulară sunt:

- SimaPro



- Brousted model 5
- Team (EcoBilan)
- GaBi
- MEEUP method
- GREET
- MIPS
- GRANTA
- Aggregain
- KCL-ECO 3.0
- Okala Ecodesign
- LCA calculator
- One-Click LCA

Pentru abordarea BIM-LCA a cursului, programele recomandate sunt GRANTA și LCA cu un singur click.

## Referinte

- [1] Tunn, V. S. C.; Bocken, N. M. P.; van den Hende, E. A.; Schoormans, J. P. L. (2019). "Business models for sustainable consumption in the circular economy: An expert study". *Journal of Cleaner Production*. 212: 324–333. doi:10.1016/j.jclepro.2018.11.290.
- [2] Chertow, Marian R. (2000). "Industrial symbiosis: Literature and taxonomy". *Annual Review of Energy and the Environment*. 25 (1): 313–337. doi:10.1146/annurev.energy.25.1.313. ISSN 1056-3466.
- [3] Wautelet, Thibaut (2018). "The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution". doi:10.13140/RG.2.2.17021.87523
- [4] Aggeri, Frank (2020). [\*The Circular Economy: Historical Perspective and Contemporary Issues\*](#). Wiley. pp. 3–12. Retrieved 2 April 2023. [5] K. Hermann, S. Krötsch, and S. Winter, *Manual of Multistorey Timber Construction*. 2018. doi: 10.11129/9783955533953.
- [5] "Cradle to Cradle | The Product-Life Institute". Product-life.org. (2012)
- [6] Blok, Kornelis; Hoogzaad, Jelmer; Ramkumar, Shyaam; Ridley, Shyaam; Srivastav, Preeti; Tan, Irina; Terlouw, Wouter; de Wit, Terlouw. "Implementing Circular Economy Globally Makes Paris Targets Achievable". Circle Economy. Circle Economy, Ecofys. Retrieved 20 April 2017.
- [7] Towards the Circular Economy: an economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation. 2012. p. 60. Archived from the original on 2013-01-10. Retrieved 2012-01-30.
- [8] Estimating Employment Effects of the Circular Economy (<https://www.iisd.org/publications/brief/estimating-employment-effects-circular-economy?q=library/estimating-employment-effects-circular-economy>)

## 6 - Livrabile

Pentru a evalua succesul aplicației, studenții vor trebui să răspundă la un chestionar online.

## 7- Ce am învățat (rezultatele învățării)

1. Recunoașteți, explicați și discutați modul în care materialele și energia circulă prin sistemul nostru economic.
2. Aplicați o abordare sistemică pentru dezvoltarea de modele de economie circulară pentru a menține materialele și energia la cea mai mare valoare.
3. Recunoașteți și faceți distincția între strategiile de realizare a unei economii mai circulare, inclusiv gestionarea resurselor și a deșeurilor , eficiența ecologică, producția curată, ecologia industrială și modul în care tehnologia, cum ar fi big data, facilitează acest lucru.
4. Înțelegeți cum să aplicați abordările ciclului de viață pentru a cuantifica impactul asupra mediului al produselor sau sistemelor, inclusiv energia încorporată.
5. Au experimentat sau au fost expuși la concepte de sisteme energetice, inclusiv opțiuni durabile pentru producția, utilizarea și optimizarea energiei.
6. Scopul, investigarea, analiza critică și sintetizarea informațiilor pentru a proiecta o alternativă creativă și durabilă la un model "liniar" într-un context predefinit.